

중등학교 과학교육의 내실화 방안에 대한 연구: 과학교육과정*

조희형 · 이문원 · 조영신 · 한인숙
(강원대학교 사범대학 과학교육과)

(1988. 10. 10 받음)

I. 서론

미래의 과학기술 사회(Hurd, 1986)를 원만히 이겨 내고, 2000년대에 과학기술 수준을 세계 제10위권에 진입시키기 위해서는 우리의 과학기술 수준을 높여야 한다. 이것은 중등학교 기초과학 교육의 강화와 내실화에 의해서 가능하다.

그러나, 우리나라의 중등학교 과학교육은 여러 가지의 문제에 당면해 있다. 그 중에서 과학 교육과정은 가장 심각한 문제 중의 하나로서, 그 내용이 어렵고 단조로우며, 지식 중심으로 구성되어 있어 현대 과학의 본질에 대한 교육이 제대로 이루어지지 않고 있다. 또한, 학교의 과학 교육과정과 과학과 과학기술에 대한 사회적인 요구와의 사이에 큰 차이로 중등학교 과학교육에 커다란 문제점으로 대두되고 있다(Hurd, 1986).

이러한 문제의 원인중 하나는 중등학교 과학 실험 실습을 위한 시설, 기구 및 재료의 낙후성과 부족에 있을 수 있으나(교육개혁 심의회, 1986), 보다 더 근본적인 원인은 중등학교 과학교육과정과 과학교사의 질에 있다(Hurd, 1986). 합스와 예거(Harms and yager, 1981)는 과학교육의 문제점이 교육과정과 교사의 질에 있다고 보고 중등학교 과학교육 개선방안의

범주를 다음과 같이 제시한다.

- 과학교육 목적의 재정의 혹은 재정립
- 과학교육의 목적을 달성하기 위한 과학교육과정의 새로운 개념화
- 새로운 교사교육 프로그램 개발
- 새로운 교수/학습자료 개발

이 연구는 위와 같은 개선방안의 범주중에서 우리나라 중등학교 과학교육과정의 실태와 문제점을 파악하고 그것을 바탕으로 중등학교 과학교육의 내실화 및 개선방안을 제시하는데 목적이 있다. 특히 중등학교 과학교육과정에 관한 이론 및 외국의 중등학교 과학교육과정과 우리나라 교육과정을 비교 분석하여 바람직한 과학교육과정 개발을 위한 방안을 제시하는데 이 연구의 목적이 있다.

II. 연구 내용 및 방법

이 연구는 문헌조사, 설문지, 개인 면담의 방법을 이용했으며, 구체적인 내용 및 과정은 다음과 같다.

1. 문헌조사

과학교육과정의 이론, 외국의 과학교육과정, 우리나라 과학 교육과정에 관한 연구결과를 조사 분석하

여 이를 바탕으로 우리나라 중등 과학 교육과정의 문제점을 확인하였다. 또한 국내외의 문헌조사 결과와 확인된 문제점의 분석결과를 우리나라 중등학교 과학 교육과정의 내실화 방안을 수립하는 데 활용하였다.

2. 설문지법

중학교 과학교사와 고등학교 과학 과목별 교사에 대한 설문을 통해서 중등학교 과학교육의 목적, 과학 과목 교과서에 대한 의견 및 문제점을 조사하였다. 설문지는 전국에 걸쳐 발송하였으며 그 매수와 회수된 결과는 표 1과 같다.

표 1. 설문지 발송 및 회수 결과

구 분	중학교 과학교사	고 등 학 교 교 사			
		물 리	화 학	생 물	지 구 과학
발송매수	50	49	52	51	49
회수매수	44	34	34	34	32
회수율(%)	88.0	69.4	65.4	66.7	65.3

3. 개인 면담

개인 면담은 약 20여명의 중학교 과학교사, 약 10여명의 과학담당 장학사 및 연구사, 약 90여명의 고등학교 교사와 하였다. 면담 주제는 현장에서 경험하고 있는 학교 교육과정의 실태와 문제점에 관한 것이었다. 대부분의 면담에서 뚜렷한 문제점을 갖고 그것을 해결하기 위한 체계를 세울 만한 것이 되지 못하였다. 그래서 면담 결과는 토의 및 논의 과정에 일괄적으로 삽입하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 문제점 분석

우리나라 중등학교의 여러 교과 중에 과학과목이 포함되어 있으나 과학교육과정에 대한 연구는 미약하다. 이 연구에서는 과학교육과정에 대한 이론적 연구와 외국의 중등학교 과학교육과정에 대한 문헌을 조사 분석한 다음, 우리나라 중등 과학교육과정의 실태 조사와 설문조사 결과를 비교하여 우리나라 중등학교 과학교육과정의 문제점을 파악하였다.

1. 과학교육과정 이론

과학교육과정의 개발과 연구에는 타일러(Tyler, 1949)의 교육과정 및 교수원리와 존슨(Johnson, 1967)의 교육과정 이론에 대한 정의 및 모델이 가장

흔히 이용되고 있다. 그들의 교육과정 이론을 개략적으로 기술하면 다음과 같다.

1) 타일러의 교육과정 및 교수원리

타일러는 교육과정에 대하여 구체적이고 명료한 정의를 제시하지는 않았다. 그러나 그는 목표 설정 근거, 학습경험의 선정, 학습경험의 조직, 그리고 학습경험의 효과에 대한 평가의 기본적인 원리를 제시하였다. 타일러는 교육목표의 출처로서 학습자 자신에 관한 연구, 학교 밖 현대생활(contemporary life)에 관한 연구, 그리고 교과 전문가의 목표에 대한 제안 등을 들었다. 이것은 위와 같은 교육목표의 출처로부터 목표를 선정하는 준거로는 철학과 학습심리학이 이용되어야 하며, 선정된 목표는 학습경험을 선정하고 교수의 안내에 유용한 형태로 진술되어야 함을 의미한다. 또한 이렇게 선정된 교육목표는 교육자료 선정, 내용요약, 수업과정 개발, 그리고 평가의 준거가 되어야 함을 함의한다.

학습경험은 학습자와 환경과의 상호작용으로서, 학습자는 이 학습경험을 통해서 교육목적이 달성된다. 타일러는 학습경험을 선정하는데 적용할 다음과 같은 다섯 가지의 일반적 원리를 제시하였다.

첫째, 목표가 달성되기 위해서 학습자는 그 목표에 암시된 행동을 실천할 기회를 주는 경험을 가져야 한다.

둘째, 학습경험은 목표에 암시된 행동을 수행함으로써 학습자가 만족을 얻을 수 있는 것이어야 한다.

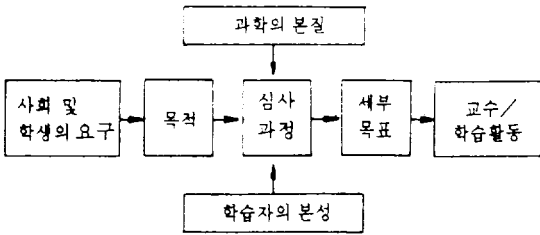
셋째, 학습경험은 학생들의 도달도와 의향에 적절한 것이어야 한다.

네째, 동일한 학습경험이 여러 학습결과를 가져오는 것이 보통이다.

위와 같은 일반적 원리에 이어서, 여러 가지의 목표를 달성하는 데 유용한 학습경험은 사고기술 개발, 정보획득, 사회적 태도 개발, 그리고 흥미개발에 유용하다고 주장한다. 또한 그는 학습경험의 조직 준거로서 계속성, 계열, 그리고 통합을 주장한다.

요오르(Yore, 1981)는 교육과정 개발에 미치는 외적 영향으로 타일러가 주장하는 교육목표의 출처인 학교 밖의 현대생활, 학습자 자신에 관한 연구, 그리고 교과 전문가의 목표에 대한 제안 등을 든다. 또한 그는 타일러가 주장하는 학습경험을 선정하는 준거로 이용되는 철학과 학습심리학이 과학교육목표를 심사하는 기준이 된다고 생각한다. 그는 이것을 바탕

으로 그림1과 같은 과학교육과정 개발 모델을 제시하고 있다.



[그림 1] 타일러 모델의 외적 영향(Yore, 1981, p. 115)

그림1에 의하면 과학교육 목적의 바탕은 사회 및 학생의 요구가 되며, 과학교육 목적은 과학의 본질 및 학습자의 본성과 아울러 과학교육 세부목표를 설정하는 준거가 된다는 것을 알 수 있다. 그러나 세부 목표가 과학의 교수/학습 목표의 수준이라고 볼 때, 과학교육 목적, 과학의 본질, 그리고 학습자의 본성은 과학교육 목표를 설정하는 근거가 되며 과학의 본질은 또한 과학교육목표의 출처가 된다고 볼 수 있다.

2) 존슨의 교육과정 및 도식

이상에서 알 수 있듯이 타일러는 과학교육과정에 대한 분명한 정의를 내리지 않고 있다. 그러나 존슨(Johnson, 1967)은 교육과정을 “의도된 학습결과의 구조화된 총체(structured series of intended learning outcomes)”로 정의한다. 그는 교육 과정을 하나의 체계로 보기보다는 교육과정 개발체계의 산물이자 교수체계의 투입물(input)로 보고 그림2와 같이 교육과정과 교수의 관계를 밝힌다.

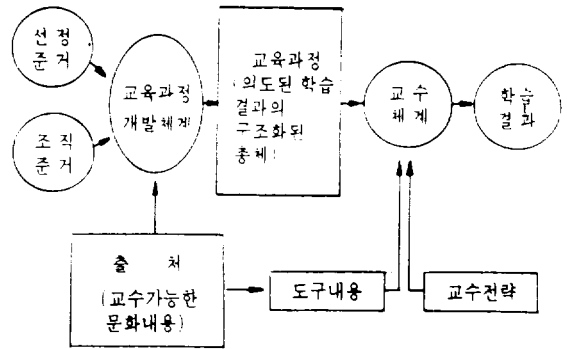
존슨은 그림2의 모델로부터 교육과정에 대한 도식(schema)을 도출하여 교육과정의 정의, 교육과정 선정, 교육과정 구조, 교육과정과 교수와의 관계, 교육과정 평가, 그리고 교수평가의 준거로 나누어 설명한다. 존슨의 교육과정에 대한 도식을 다음과 같이 요약할 수 있다.

가. 교육과정은 의도된(intended) 학습결과의 구조화된 총체이다.

추론. 교육과정이 계획된 학습경험으로 구성되지 않는다.

추론. 교육과정은 체계 자체가 아니고 한 체계의 산물이자 다른 체계의 투입물이다.

가) 학습결과는 세 부류로 구성된다.



[그림2] 교육과정과 교수관계 모델

(가) 지식-사실, 개념, 일반화

(나) 기술-인지적, 심체적 기술(과정, 기능, 능력)

(다) 가치(정의)

나) 교육과정이 교수에 적용될 때마다 교육과정의 원천에 상관없이 결과를 성취하고자 하는 의도가 나타난다.

나. 선정은 교육과정 형성의 주요한 측면이다.

가) 교육과정이 선정되는 출처는 이용할 수 있는 문화이다. 추론·사회적 문제와 아동의 요구 및 흥미가 교육과정의 출처는 아니다.

나) 교육과정에 이용될 수 있는 문화내용은 학문적, 비학문적 형태로 나뉜다.

다) 교육과정의 선정은 여러가지 기준에 따른다.

(가) 교육과정 선정의 유일한 필요준거는 내용의 교수가능성이다.

(나) 교육과정 선정의 부가적인 준거는 이념이다.

다. 구조는 교육과정의 본질적 특징이다.

가) 구조는 교수 순서를 밝힌다.

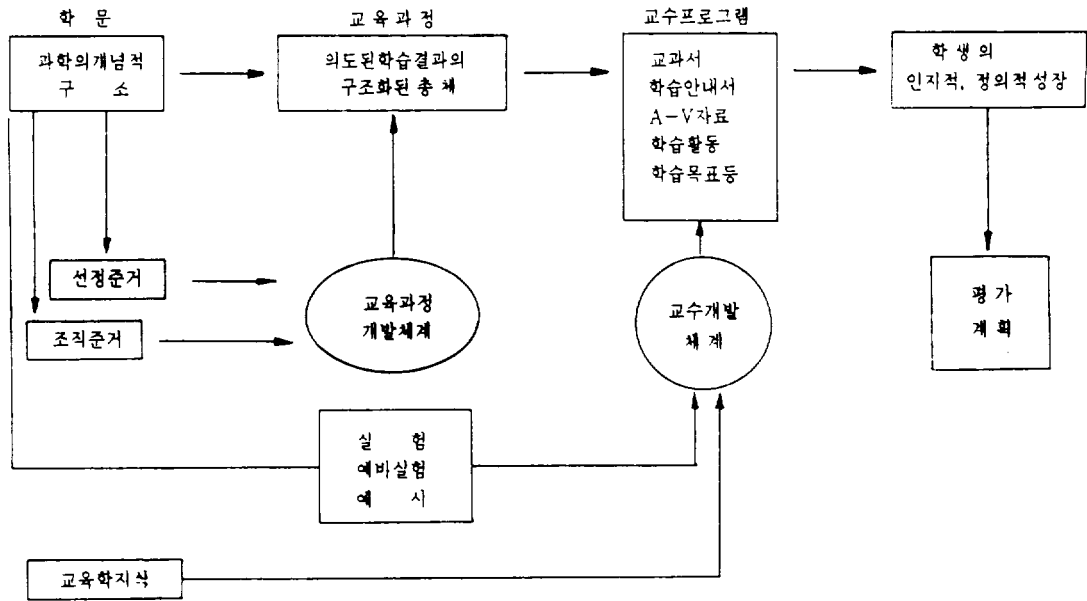
나) 구조는 내용의 분류(위계적) 관계를 나타낸다.

라. 교육과정은 교수의 지표가 된다.

마. 교육과정 평가는 선정과 구조의 타당성과 관련된다.

바. 교육과정은 교수평가의 준거이다.

노박(Novak, 1977)은 위와 같은 존슨의 모델과 도식을 바탕으로 과학교육에 대한 도식을 그림3과 같이 수정하여 기술한다. 그는 과학교육을 위한 도식을 학문, 교육과정, 그리고 교수프로그램으로 구분함으로써, 교육과정을 타일러의 교육과정 및 교수원리가 암



[그림3] 과학교육 도식(Novak, 1977, p.135)

시하는 “계획된 학습경험”(Johnson, 1967) 보다 훨씬 좁은 의미로 제한한다. 또한 그림3에서 알 수 있듯이, 교육과정은 과학의 개념적 구조에서 추출되며 준거에 따라 선정되고 조직된다. 이와 같이 선정되어 조직된 교육과정은 과학교육 프로그램을 개발하는데 적용하는 준거 및 바탕이 된다.

3) 교육과정 구성 및 조직

존슨은 교육과정에 대한 도식에서 교육과정을 설정하는 데 적용할 하나의 기준으로서 이념(ideology)을 제시한다. 그리고 타일러가 제시한 그림1과 같은 모델은 사회 및 학생의 요구가 목적의 출처가 된다는 것을 보여 주고 있다. 이것은 중등학교의 교육이 과학을 포함한 여러 교과에 의해서 이루어지고 있다는 사실과 더불어 교육이념과 과학교육 목적(goals)간에는 수단-목적(means-ends)의 관계가 있음을 시사한다. 이 관계에서 중등학교 교육에 포함된 모든 교과교육을 통해서 달성하고자 하는 것 중에서 과학과 관련된 교육 이념의 구성요소를 과학교육 목적으로 본다면, 과학교육 목적의 출처는 학생, 개인, 그리고 국가의 요구가 된다.

트로우브리지 등(Trowbridge, Bybeen and Sund, 1981)은 과학교육 목적의 설정 기준을 다음과 같이 제시한다.

- 과학교육 목적은 일반적으로 용인된 교수목표

를 포함할 만큼 포괄적이어야 한다.

- 과학교육 목적은 타교과 교사는 물론 행정가와 학부모가 이해할 만한 것이어야 한다.

- 과학교육 목적은 불편부당(neutral)해야 한다; 즉, 편견이 개재되어 있지 않으며 어느 특정한 과학교육에 대한 견해에 치우쳐져서는 안된다.

- 과학교육 목적의 수는 적어야 한다.

- 과학교육 목적 간에는 개념적 차이가 있어야 한다.

- 과학교육 목적은 교수/학습 목표에 쉽게 적용될 수 있어야 한다.

위와 같은 특징을 갖는 과학교육 목적은 학교급별, 과목별, 과학과목의 목표를 초월함을 시사한다. 트로우브리지 등이 지적하듯이 학교급별, 과목별 목적의 총칭은 과학교육 목표(objectives)라고 볼 수 있다. 존슨의 도식은 교육과정, 즉 학생들의 의도된 학습결과와 출처는 유용한 문화라고 보고 사회적 문제와 학습자의 요구와 흥미는 학습결과를 선정하는 기준이 된다고 본다. 반면 타일러의 원리는 사회, 과학, 그리고 학생이 과학교육과정의 출처가 된다는 것을 암시한다. 존슨의 도식과 타일러의 원리가 임시하는 것을 종합해 볼 때, 과학교육 목표의 출처는 과학의 본질이며, 과학교육 목적과 학습자의 본성은 과학교육 목표를 선정하는 준거가 된다.

과학교육 목표는 각 과목의 내용을 선정하는 준거가 되며, 내용은 지식, 기술, 그리고 가치 등으로 구성된다(Johnson, 1967). 선정된 내용은 계속성, 계열, 그리고 통합 등의 준거에 따라 조직되어야 한다(Tyler, 1949).

2 외국의 과학교육과정

외국의 과학교육과정 개발 및 연구는 국내보다 훨씬 활발하다는 것을 알 수 있다. 여기서는 외국의 교육과정 개발 및 연구결과를 문헌조사를 통해서 알아보고, 그 결과를 중등학교의 교육이념과 과학교육 목적, 과학교육 목표와 교수/학습 목표, 그리고 과학교육과정 내용으로 나누어 기술하고 토의한다.

1) 중등학교 교육이념 및 과학교육 목적

과학교육의 방향과 목적은 그 변화를 거듭해 왔다. 정치, 경제, 그리고 사회의 압력이 이 변화에 영향을 미치는 가장 큰 요인이다. 오늘날도 과학교육의 방향과 목적이 변화되는 단계이다. 특히 에너지 위기, 자원고갈, 인구문제, 식량문제 등은 과학교육의 전환을 요구하는 가장 강력한 압력요인이 되고 있다(Collette and Chiappetta, 1984).

위와 같은 압력요인은 과학과 관련된 문제이다. 미국의 전국 과학교사 협회(National Science Teachers Association, NSTA, 1982)는 현재의 중등학교 과학교육이 “위기”에 처해 있음을 인정하고, 과학교육의 근본적인 목적은 위와 같은 과학과 관련된 제반 문제를 포함한 과학과 과학기술 사회를 대비한 과학 학식인(scientifically literate person)을 양성하는 데 두어야 함을 표명하고 과학 학식인의 속성을 다음과 같이 기술한다.

○ 책임감 있는 일상의 의사결정에 과학개념, 과정 기술(process skills), 그리고 가치를 이용한다.

○ 과학과 과학기술이 사회에, 사회가 과학과 과학기술에 어떻게 영향을 미치는가를 이해한다.

○ 사회는 재정적 분배(allocation of resources)를 통해서 과학과 과학기술을 통제한다는 것을 이해한다.

○ 과학과 과학기술이 인류의 복지향상에 이로울 뿐 아니라 제한점이 있다는 것을 인식한다.

○ 과학의 중요한 개념, 가설, 그리고 이론을 알고 적용할 수 있다.

○ 과학과 과학기술의 지적 자극을 감지한다.

○ 과학지식의 형성은 탐구과정과 개념적 이론에 달려 있다는 것을 이해한다.

○ 과학적 증거와 개인적 견해를 구분한다.

○ 과학의 기원을 인식하고 과학적 지식은 잠정적이며 증거가 축적됨에 따라 변화된다는 것을 이해한다.

○ 과학기술의 응용과 그에 수반되는 결정을 이해한다.

○ 연구와 기술개발의 가치를 인식할 수 있는 충분한 지식과 경험을 갖는다.

○ 과학교육을 통해서 세계에 대한 보다 풍부하고 정열적인 견해를 갖는다.

○ 과학과 과학기술에 관한 믿을 만한 정보의 출처를 알고 그 출처를 의사결정 과정에 이용한다.

전국 과학교사 협회는 이와 같은 과학 학식인의 속성을 중등학교 과학교육의 기본적인 목적으로 번역하였다. 전국 과학교사 협회가 표명한 중등학교 과학교육 목적은 다음과 같다.

○ 과학적, 과학기술적 과정 및 탐구기술 개발

○ 과학 및 과학기술의 지식 제공

○ 개인적, 사회적 의사 결정에 과학과 과학기술의 기술 및 지식의 적응능력 배양

○ 과학과 과학기술의 태도, 가치, 그리고 인식의 개발 증진

○ 과학과 이와 관련된 사회적인 문제점의 상황에서 과학, 과학기술, 그리고 사회간의 상호작용 이해
 캐나다의 알버타(Alberta)주 교육성은 제1학년부터 제12학년까지의 과학교육을 통해서 달성해야 할 과학교육의 목적을 다음과 같이 제시한다.

○ 과학과정 기술의 이용에 의한 탐구 및 조사능력 개발

○ 과학적 지식의 동화능력 증진

○ 활동중인 과학자들로부터 이상적으로 나타나는 태도, 흥미, 가치, 인식, 그리고 적용의 개발

○ 자연에 대한 긍정적인 태도와 행동에 의한 자연의 인식과 이해 증진

○ 원인과 문제의 해결에 중대한 과학적 요소를 갖는 현재의 사회적 문제점에 대한 비판적 이해 개발

○ 과학의 인류에 대한 시사점 인식 증진

○ 사회개발에 있어서 과학의 역할과 사회가 과학에 미치는 영향에 관한 이해 증진

○ 직업에 관한 지식과 기술 개발

영국의 과학교육 협회(Association for Science Education, ASE, 1979)는 과학교육의 정당성, 즉 과학교육의 목적을 일반교육의 일환으로 보고, 다음과 같은 중등학교 과학교육 목적을 제시한다.

○ 과학의 지식체계에 관한 조직적인 연구와 경험을 통한 과학적 지식, 일반화, 원리, 그리고 법칙의 획득과 이해

○ 실험실 및 야외실습 활동과 과정에 참여함으로써 인지적, 신체적 기술과 과정획득

○ 자율적인 과학연구 능력을 위한 지식 추구와 이해에 과학적 지식과 과정을 이용

○ 지식과 탐구 조직 방법, 세계를 보는 방법 습득

○ 개인적인 자율성과 사회적인 의미 및 주체 인식

○ 과학기술 사회, 사회와 과학의 상호작용, 그리고 과학의 문화유산에의 공헌을 이해

위와 같은 미국, 캐나다, 영국의 과학교육 목적은 공통적으로 학교급별, 과목별 목표를 초월한다. 따라서 이와 같은 목적은 중등학교의 과목별 목표의 바탕이 된다고 볼 수 있다. 이들 국가의 과학교육 목적을 종합해 볼 때, 과학교육의 목적은 개인적인 요구는 물론 사회와 국가의 요망에 바탕을 둔다. 또한 과학교육 목적의 내용은 과학지식, 과학의 과정 및 방법, 과학-과학기술-사회와의 관계, 과학에 대한 태도 및 흥미, 과학과 관련된 직업에 관한 지식과 기술 등을 포함한다.

2) 과학교육의 목표와 교수/학습목표

각 교과목의 목표를 과학교육 목표, 각 단원별 목표 및 수업목표를 교수/학습목표라고 정의할 때, 이와 같은 목표에 관한 연구 및 개발된 자료가 거의 없다. 단지 각 교과서에 장 및 단원별로 나타날 뿐이다. 이것은 대부분의 국가가 과학교육을 지방교육청 및 교사의 자율성에 맡기기 때문이라고 본다.

타일러의 교육과정 및 교수원리와 존슨의 교육과정과 교수에 관한 도식이 암시하는 바에 따르면 과학교육 목표는 그 출처가 과학의 본질에 있고 그것을 선정하는 준거는 과학교육의 목적과 학습자의 본성이 된다. 따라서, 과학교육 목표는 학습자의 발달단계, 즉 한년과 각 과목의 학문적 특성에 적절한 목표가 된다.

위와 같은 출처와 기준에 따라 무한히 많은 과학교육 목표가 진술될 수 있다. 트로우브리지 등은 실제

적인 교수/학습과 관련하여 목표를 선정할 기준을 다음과 같이 제시한다. 과학교육목표는,

○ 과학교육목적과 관계를 맺을 만큼 일반적이고, 교수계획과 평가의 방향을 제시할 정도로 구체적이어야 한다.

○ 학생은 물론 교사, 행정가, 그리고 학부모에 이해될 만한 것이어야 한다.

○ 수는 제한되어야 하며, 어느 학습, 단원, 프로그램에도 적절할 만큼 포괄적이어야 한다.

○ 도전해 볼 만한(challenging) 것이어야 하나, 학습 가능한 것이어야 한다.

○ 개념적으로 서로 달라야 한다.

○ 교수하고 있는 교과에 적절해야 한다.

과학교육 목표는 교사들이 수업을 설계하고 학습 결과를 평가하는 데 길잡이가 된다. 콜레트와 치아피타(Collette and Chiappetta, 1984)는 위와 같은 기능을 갖는 과학교육의 목표를 결정하는데 생각해야 할 점들을 다음과 같이 제시한다.

○ 목표의 내용-학생들의 흥미에 적절하며 현재와 미래의 생활, 그리고 과학적 학식에 중요하고 유용해야 한다.

○ 인지적 발달-학습자의 인지적 발달단계, 즉 학습준비도에 맞아야 한다.

○ 학습배경-목표와 관련된 선수학습 내용에 적절한 목표이어야 한다.

○ 학습환경-지역의 특성에 적절한 목표이어야 한다.

○ 이념-학교 및 지역사회의 과학교육에 대한 철학을 반영한 목표이어야 한다.

따라서 과학교육 목표는 확실성을 벗어나 교사에게 맡겨지거나 지역사회의 특성 및 요구에 맞는 것들이어야 한다는 것을 알 수 있다. 교사가 학생들을 가장 잘 알고 그 지역사회를 이해할 수 있기 때문이다. 또한 이러한 목표라야 실용적인 가치가 있기 때문이다.

3) 과학교육과정 내용

타일러와 존슨은 과학교육과정 내용을 구체적으로 제시하지는 않고 있다. 그러나 타일러가 학습경험의 조직원소를 개념, 가치, 그리고 기술, 능력 및 습관 등으로 나누고, 존슨이 학습결과를 지식, 기술, 그리고 가치로 범주화하고 있다. 이러한 것은 학습경험과 학습결과가 내용을 의미한다는 것을 알 수 있다.

영국의 과학교육협회(ASE) 지원을 받고 있는 중등학교 과학교육과정 검토위원회(Secondary Science Curriculum Review, SSCR, 1987)는 과학교육과정의 내용에 사실, 개념, 법칙 및 이론, 기술, 과정, 그리고 태도를 포함시키고 있다. SSCR은 위와 같은 내용을 선정하는데 적용될 기준을 다음과 같이 제시한다.

○ 내용은 과학에 중요한 과정, 기술과 태도를 가르칠 가능성을 극대화하며, 학생들의 능력과 자질을 증대하는 것이어야 한다.

○ 내용은 모든 학생들에게 가르쳐질 수 있고 그들에 의해서 소유되는 것이어야 한다.

○ 내용은 관련성과 적용성을 가져야 한다. 즉, 재학중에는 물론 졸업 후의 광범위한 상황에 전이될 수 있으면서 알 수 있는 것이어야 한다.

○ 내용은 남, 녀는 물론 문화를 초월하여 보편적으로 관심을 끌 수 있는 것이어야 한다.

○ 내용은 광범위하고 균형있는 과학교육과정과 일관성이 있어야 한다.

○ 필요한 교수전략과 교육자료의 이용이 가능한 내용이어야 한다.

○ 미래의 연구 바탕이 되는 내용이어야 한다.

○ 지역적 상황을 설명할 수 있는 내용이어야 한다.

교육과정에 관한 소위 “캠브리지” 준거는 다음과 같이 범주화된다(SSCR, 1987).

가. 기능적 준거 : 내용은 다음과 같은 기능을 갖는다.

○ 학습자에게 현재의 과학적 이론을 소개한다.

○ 학습자에게 개인적으로, 직업적으로 유용한 지식을 제공한다.

○ 학습자에게 미래의 과학연구의 기초가 되는 지식을 소개한다.

○ 열정과 호기심의 태도를 촉진한다.

○ 과학이 자연 및 인공적인 환경을 어떻게 설명하는가를 보여 준다.

나. 교육적 준거 : 내용은 다음과 같은 특징을 가져야 한다.

○ 아동에게 중요하다.

○ 아동의 발달수준에 적절하다.

○ 여러가지 방법으로 가르쳐질 수 있다.

○ 과학교사가 그것에 관한 지식을 갖고 있어야 한다.

○ 과학의 주요영역—생물학, 화학, 그리고 물리학—간에 초화를 이루는 한편, 지질학, 기상학 그리고 심리학과 같은 소홀히 취급된 영역을 아동에게 소개하는 것이어야 한다.

다. 조직적 준거 : 내용은 다음과 같은 점에 대하여 편리해야 한다.

○ 책, 수업계획서, 도구 혹은 기구와 같은 필요한 자료의 이용 가능성

○ 실험실, 교실, 조수, 그리고 시간의 유용성

○ 전체 교육과정 구성과의 통합 및 조정관계

○ 과학교육의 융통성

라. 문화적 준거 : 내용은 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

○ 문화적 우월성의 개념을 지지하지 않는 한 대체적 이론을 소개한다.

○ 남, 여학생 모두가 동등하게 관심을 갖는다.

○ 과학적 지식이 사회적 문제와 아동의 발달에 중요함을 보인다.

○ 과학교육과정이 수학, 역사, 그리고 가정 뿐만 아니라 건강교육과 기술교육 같은 다른 교육과정과 상호 연관이 되도록 한다.

위와 같은 준거에 이어서 내용의 조직에 영향을 미치는 요인을 다음과 같이 제시한다.

가. 폭(breadth) —내용의 범위, 지식 구성요소, 지적 기능 및 기술, 태도 등의 범위

나. 균형(balance) —학교급별에 따른 수직적 균형과 동일학년 내의 수평적 균형, 즉 폭에 언급된 구성요소의 강조도

다. 일관성(coherence) —과목간의 논리적이고 일관성 있는 연관

라. 진보(progression) —학생들의 이해와 능력의 꾸준한 증진

마. 관련(relevance) —학생들의 흥미, 미래의 가치와 관련

바. 분화(differentiation) —학생들의 차이가 있는 성취도, 학습경험에의 적절성

사. 계속성(continuity) —학교급별 간에 과학교육의 계속성

실제 과학교수/학습현장에 이용되고 있거나, 교과서에 나타난 내용을 보면 여기에 기록할 수 없을 만큼 다양하다. 그러나 객관적이며 논리적인 기준에 다른 보편적인 교육과정 내용은 발견할 수 없다. 이것

은 과학교육 과정의 내용이 다분히 주관적인 관점에 따라 결정된다는 것을 암시한다. 위에서 논의한 과학교육 목적 및 목표의 출처와 설정근거, 과학교육과정 내용 선정 및 조직의 근거 역시 주관적일 수밖에 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 위와 같은 출처와 근거에 따른 과학교육과정의 내용은 주관적인 합의에 의해서 결정될 수밖에 없다는 것을 알 수 있다.

3. 우리나라 중등학교 과학교육과정의 실태와 문제점

여기서는 설문과 문헌을 통해서 우리나라 중등학교 과학교육과정의 실태를 조사한 결과를 기술한다. 이 결과의 분석에서 제기된 문제점 등은 교육이념과 과학교육 목적, 과학교육의 목표와 교수/학습목표, 그리고 과학교육과정 내용으로 나누어 기술한다.

1) 중등학교 교육이념과 과학교육 목적

교육법(문교법전 편찬회, 1984) 제1조는 “교육은 흥익인간의 이념 아래 모든 국민으로 하여금 인격을 완성하고 자주적 생활능력과 공민으로서의 자질을 구유하게 하여 민주국가 발전에 봉사하며, 인류공영의 이상실현에 기여하게 함을 목적으로 한다”고 기술함으로써 우리나라 교육이념을 규정한다. 이것을 달성하기 위한 일곱 가지의 방침이 동법 제2조에 규정되어 있다. 일곱 가지의 방침 중에서 과학교육과 관련된 방침은 제4항에 “진리탐구의 정신과 과학적 사고력을 배양하여 창의적 활동과 합리적 활동을 하게 한다”와 같이 기술되어 있다.

제6차 IBRD과학기술교육 차관 기획자문단(1984)에 의하면, “중등과학교육은 국민의 과학적 탐구력의 향상과 태도의 함양, 그리고 그에 대한 과학기술인력의 확보를 위하여 이공계에로의 진로지도와 전문과학교육의 바탕을 키우는 양면적인 목표가 있다(p.9).” 이 목적을 달성하기 위하여 학생들이 과학의 기본개념을 구조적으로 파악함으로써 현대의 과학지식을 이해하고 과학적 창의력을 신장시키는 방안의 강구를 동시에 주장한다.

교육개혁 심의회(1986)는 “과학기술교육의 기본목적은 전 국민의 과학기술소양(문화)의 보편화와 국가의 과학기술 수준을 고도화하기 위하여 요구되는 교육기반을 조성하는데 있다(p.3)”고 본다. 동 심의회는 이와 같은 목적을 달성하는데 요구되는 여건에 관한 개선방안을 아울러 제시한다.

문교부(1981)의 고시 제442호의 중학교 교육과정에는 여덟 가지의 중학교 교육목표, 네가지의 과학과 교과목표, 학년목표 및 내용이 명시되어 있다. 이 자료에 기술된 과학과의 “교과목표”는 다음과 같다.

과학의 지식과 방법을 습득하여 과학적 생활을 할 수 있게 한다.

○ 자연현상을 파악하는데 필요한 기본개념을 이해하게 한다.

○ 자연현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.

○ 자연의 규칙성에 흥미를 느끼고, 과학을 학습하려는 의욕을 가지게 한다.

○ 자연현상과 일상생활에서 일어나는 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 가지게 한다.

문교부(1981) 고시 제442호의 고등학교 교육과정에는 아홉가지의 고등학교 교육목표를 위시하여 과학과 교과목표와 각 과목별 목표가 제시되어 있다. 여기에 제시된 과학과 교과목표는 다음과 같다.

과학의 지식체계와 방법을 이해하여 올바른 자연관을 가지게 한다.

○ 과학의 기본개념을 체계적으로 이해하게 한다.

○ 자연현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 신장시킨다.

○ 과학의 여러 개념들은 계속 발전하고 있음을 깨닫게 한다.

표2. 중등학교 과학교육 목적에 대한 과학교사들의 반응

목 적	중학교 과학	고등학교			
		물리	화학	생물	지구과학
과학적 기본개념의 이해 증진	90.9	88.2	91.2	85.3	96.9
과학적 탐구능력 배양	86.4	79.4	85.3	85.3	84.4
과학에 대한 흥미 유발	75.0	73.5	52.9	47.1	65.6
과학에 대한 학습의욕 고취	45.5	52.9	54.5	47.1	59.4
과학에 대한 긍정적 태도 함양	25.0	50.0	27.3	23.5	53.1
과학과 사회와의 관계 인식	25.0	50.0	27.3	23.5	53.1
과학과 관련된 직업에 관한 지식과 기능 개발	11.4	14.7	18.2	11.8	12.5
창의력 개발	65.9	55.9	54.5	64.7	68.8
문제해결력 배양	50.0	58.8	39.4	47.1	40.6
과학개념의 변화 인식	20.5	47.1	21.2	32.4	50.0

○ 과학에서 학습한 지식과 방법을 문제 해결에 활용하려는 태도를 가지게 한다.

○ 과학의 발달이 인류사회에 미치는 영향이 큼을 깨닫게 한다.

이 연구의 설문조사지에는 중등학교 과학교육의 목적에 관한 의견을 묻는 문항이 포함되어 있다. 중학교 과학교사와 고등학교의 과목별 과학교사들의 과학교육 목적에 대한 반응은 표2와 같다.

교육법 제1조에 규정된 홍익인간의 이념과 이를 달성하기 위한 목적들의 의미를 살펴 볼 때, 과학교육의 방향에 대한 시사점을 전혀 찾아 볼 수가 없다. 게다가 일곱 가지의 방침 중에서 과학교육과 가장 관계가 있어 보이는 제4항의 규정조차도 엄밀히 살펴 본다면 과학의 본질을 도외시한 규정이라고 볼 수 밖에 없다. 과학이 우리나라의 중학교의 12교과 중의 하나, 고등학교의 13교과 중의 하나임에 비추어 볼 때, 교육이념의 구성요소 중의 하나가 과학교육의 목적이며, 그 과학교육 목적의 달성은 교육이념 달성의 일환이라는 것을 추론할 수 있다. 이러한 논리에 따르면 교육이념과 과학교육 목적 간의 관계는 물론 과학교육 목적이 분명하게 규정될 필요가 있다.

과학교육의 목적은 국가의 법규보다는 정책이나 사회 각계 각층의 요구에 훨씬 뚜렷하게 반영되어 있다는 것을 알 수 있다. 제6차 IBRD 과학기술교육 차관 기획자문단이 제시한 과학교육 목적은 과학적 탐구력 향상, 태도함양, 진로지도, 전문과학교육, 과학지식이해, 창의력 신장 등으로 요약화될 수 있다. 한편 교육개혁 심의회가 건의한 과학교육의 목적은 과학기술적 소양의 증진과 과학기술개발로 해석할 수 있다. 이러한 과학교육 목적은 중등학교 과학교육, 특히 과학교육 목표 및 교육과정 내용의 기준과 방향을 제시하는 것들이 된다. 다만, 위와 같은 목적의 의미가 분명하지 않다는 것이 문제가 된다.

이 연구에서 정의된 과학교육의 목적이 의미하는 것에서는 문교부 고시 제442의 “과학과 교과목표”라는 용어를 사용한다. 이 자료에서 알 수 있듯이 중학교에 네가지, 고등학교에 다섯 가지의 과학교육 목적이 나열되어 있다. 과학교육의 목적이 학교급별, 과목별 목적을 포괄한다는 점에 비추어 볼 때, 중학교와 고등학교의 과학교육목적의 수가 달라야 할 이유가 없어진다. 게다가 외국의 대부분의 과학교육 목적은 국민학교에서부터 고등학교까지의 과학교육을 위

한 진술이며, 과학교육의 목적이란 어느 특정한 학년 혹은 학교 수준에서 달성되기 보다는 과학교육을 받는 전 기간에 걸쳐서 달성된다는 점에 비추어 볼 때도 마찬가지로 해석할 수 있다. 과학교육의 목적에 대한 이러한 문제점은 교과목표가 분명히 정의되거나, 중학교와 고등학교의 과학교육 목적을 한 체계로 통일함으로써 해결될 수 있다.

과학교육 목표의 내용에도 큰 차이가 있다. 기본개념의 이해, 과학적 탐구능력신장, 문제해결능력 개발은 중학교와 고등학교의 과학교육 목적에 공통적으로 포함되어 있으나 자연에 대한 흥미고취는 중학교의, 과학개념의 가변성 인식과 과학이 사회에 미치는 영향 인식은 고등학교의 과학교육 목적에만 포함되어 있다. 이러한 목적이 단지 중학교 혹은 고등학교에서만 달성된다고는 볼 수 없기 때문에 중학교와 고등학교 과학교육 목적의 수에 차이가 있어야 한다는 이유나 근거가 없다고 볼 수 있다.

우리나라 중학교 및 고등학교의 과학교육 목적에는 근래에 흔히 강조되고 있는 과학에 대한 태도함양, 과학-과학기술-사회의 관계인식, 과학과 관련된 직업에 필요한 지식과 기능의 개발에 대한 것이 결여되어 있다. 또한 실제로 중등학교의 대부분의 과학교육이 상급학교 진학을 위해 이루어지고 있으나 이에 관한 목적을 찾아 볼 수 없다.

표2에서 볼 수 있듯이 중등학교 과학교사들은 과학교육의 목적 중에서 “과학적 기본개념의 이해증진”, “과학적 탐구능력 배양”, “과학에 대한 흥미유발”이 가장 중요하다고 생각한다. 이것들은 문교부가 고시한 중학교 및 고등학교의 과학교육 목적에 포함된 것들이다. 반면에 가장 적은 수의 과학교사들이 중요하다고 생각하는 “과학과 사회와의 관계”와 “과학과 관련된 직업에 관한 지식과 기능개발”의 과학교육 목적은 현행 중등학교 교과목표에 뚜렷하게 진술되어 있지 않은 것들이다. 이러한 사실은 문교부가 제시하는 과학교육의 목적이 교사들의 과학교육 목적에 관한 견해에 커다란 영향을 미친다는 것을 나타낸다.

2) 중등학교 과학교육 목표와 교수/학습목표

문교부(1981) 고시 제442호에 학년목표가 제시되어 있다. 중학교(1학년)의 과학과 학년목표는 다음과 같다.

가) 태양에너지에 의한 대기와 물의 순환 과정을 알게 하고, 일기 변화와 기후를 이해하게 한다.

나) 여러 가지 생물의 형태와 생활을 이해시키고, 생물을 그 특성에 따라 몇가지 무리로 나눌 수 있게 한다.

다) 순수한 물질은 각각 특성을 가지고 있음을 인식시키고, 그 특성을 혼합물의 분리에 활용할 수 있게 한다.

라) 힘의 개념을 이해시키고, 힘과 운동과의 관계를 정성적으로 설명할 수 있게 한다.

마) 과학학습에 흥미를 가지고, 과학을 일상생활에 적용하려는 의욕을 가지게 한다.

고등학교 교육과정에 제시된 생물 I 과 생물 II의 교과목표는 다음과 같다.

〈생물 I의 목표〉

○ 생명현상에 관한 기본개념을 체계적으로 이해하여 올바른 생명관을 가지게 한다.

○ 생명현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 배양시킨다.

○ 생물학의 여러 개념들은 계속 발전하고 있음을 깨닫게 한다.

○ 생물학에서 학습한 방법과 지식은 인간과 연결시키는 태도를 가지게 한다.

○ 생물학이 인류사회에 큰 영향을 미치고 있음을 인식하게 한다.

〈생물 II의 목표〉

○ 생명현상에 관한 기본개념을 체계적으로 이해하여, 자연의 규칙성을 탐구하는 데 필요한 기초지식을 가지게 한다.

○ 생명현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 신장시킨다.

○ 생물학의 여러 개념들은 계속 발전하고 있음을 깨닫게 한다.

○ 생물학에서 학습한 지식과 방법을 문제해결에 활용하려는 태도를 가지게 한다.

○ 생물학의 탐구과정에서 즐거움을 느끼고, 생물학을 계속 학습하려는 적극적인 태도를 가지게 한다.

여기에 중학교 학년목표 중 <1학년>의 학년목표, 고등학교의 과목 목표 중 생물 I 과 생물 II의 과목 목표만을 예시하였다. <1학년>의 학년 목표에서 알 수 있듯이, 네개의 목표는 1학년 과학교육과정 내용을 암시하고 있으나, 다섯 번째의 목표는 내용을 암시하는 것이 아닐 뿐만 아니라 과학교육 목적에 해당하는 것이다. 게다가 처음 네 목표가 모두 중학교 과학교

육 목적 중 첫번째의 목적에만 바탕을 둔 것이라고 볼 수 있다. 또한 다섯 번째의 목표는 과학교육 목적 중 세 번째와 네 번째의 것을 혼합하여 진술한 것이라고 볼 수 있다. 문교부의 중학교 교육과정을 살펴 보면 이와 같은 논의가 <2학년>과 <3학년>의 학년목표에도 거의 동일하게 적용된다. 특히 과학교육 목표를 선정하는데 학습자의 본성을 기준으로 적용함으로써 학교급별 목표가 특징지워진다는 앞 절의 논의에 비추어 볼 때 학년 목표를 설정하는데 학습자의 본성을 기준으로 적용하지 않았음을 알 수 있다.

〈생물 I〉의 목표와 〈생물 II〉의 목표는 공히 과학교육 목적에서 “과학”이라는 용어 대신에 “생물학”이라는 용어로 대치하고 마지막의 두 목적을 아무런 근거 없이 혼합한 것에 불과하다. 앞의 절(과학교육과정 이론)에서 알 수 있듯이 과학교육 목표의 출처는 과학(생물학)이라는 점에 비추어 볼 때, 과학교육 목적의 “과학”을 “생물학”으로 대치함으로써 생물과목 목표(교육목표)를 설정한 것은 문제가 된다고 볼 수 없다. 그러나 마지막 두 가지의 목적을 아무런 근거 없이 혼합하여 생물과목 목표로 제시한 것은 귀절을 무작위로 혼합한 것이라고 볼 수 밖에 없다. 뒤의 논의에서 알 수 있겠지만 생물 I 과 생물 II의 내용이 크게 다르다는 것에 비추어 볼 때, 생물 I 과 생물 II의 과목 목표에는 당연한 차이가 있어야 하나, 실제로는 이러한 차이가 없다는 사실은 위와 같은 문제점을 더욱 부각시킨다. 이러한 문제점은 물리, 화학, 지구과학의 목표 진술에서도 마찬가지로 나타난다.

3) 중등학교 과학교육과정 내용

문교부(1981) 고시 제422호 중학교 교육과정은 중학교 과학 교과 내용을 단원과 장별로 제시하고 있다. 그 내용은 표3과 같다.

뒤의 표3에서 볼 수 있듯이 1학년과 2학년의 과목 내용은 네 단원으로서 각각 물리, 화학, 생물, 그리고 지구과학 영역에 속한다. 3학년 과목내용 또한 네 영역에 따라 네 단원을 설정하고 마지막 단원에 “자연보존” 단원을 부가한다.

표4는 문교부의 고등학교 교육과정에 제시된 고등학교 과학교과의 각 과목 내용이다. 각 과목과 I 과 II의 내용을 단원과 장별로 기술하였다.

이 연구에서는 현재 가르치고 있는 교육과정 내용 중에서 “아주 중요하다”고 생각되는 장 혹은 절에 관하여 중학교 및 고등학교 각 과목별 교사들에 대한 설

표3. 중학교 과학 교과 내용

1 학년	2 학년	3 학년
대기와 물의 순환 태양에너지 대기와 해수의 운동 물의 순환 일기와 기후 주변의 생물 식물의 종류와 생활 동물의 종류와 생활	지구의 물질과 변화 지구의 물질 지표의 변화 지각의 변동 지구의 역사 물 질 대사 식물의 영양 동물의 영양 생물에너지 물질의 입자 화학물질과 원소 원자와 분자 이온 전기 전하와 전류 전기저항과 전압 전류와 자기장	에너지 열과 에너지 열에너지 에너지의 전환 물질의 변화 산과 염기 산화와 환원 화학변화와 열 지구와 우주 지구와 달 태양계 별과 우주 생명의 연속성 세포분열 생식과 발생 유전 진화 자연보존 생태계의 균형 환경오염 자연과 자원의 보존
힘과 운동 여러가지 힘 힘과 운동과의 관계 여러가지 운동	힘과 운동 여러가지 힘 힘과 운동과의 관계 여러가지 운동	힘과 운동 여러가지 힘 힘과 운동과의 관계 여러가지 운동

문을 통하여 조사하였다. 응답한 결과를 보면 50% 이상의 교사가 "아주 중요하다"고 생각한 장 혹은 절이 대부분이나, 50%미만의 교사가 응답한 장 혹은 절의 수도 적지 않다. 50%미만의 교사가 응답한 절들을 표5에 나타냈다.

위의 설문에 응한 교사들에게 현재의 교육과정 내용을 다루는 데 소요될 시간을 강의와 실험으로 나누어 물었으며, 중학교는 1시간 수업을 45분, 고등학교는 50분으로 하였다. 이 결과를 표6에 과목별로 나타냈다.

표5에서 볼 수 있듯이 현재의 중등학교 과학과목 내용에는 중등학교 과학 교사들이 중요하지 않다고 생각하는 주제가 많이 포함되어 있다. 중요하지 않다고 생각한다는 구체적인 이유는 밝힐 수 없었으나, 많은 교사들이 내용의 분량이 너무 많다는 주장을 하는 점에 비추어 볼 때, 한정된 시간내에 다루는 데 필요한 교사들의 강조점이 반영된 것 같다.

표6에는 현재의 교육과정 내용을 다루는 데 필요한 강의 및 실험시간 수를 나타냈다. 중학교의 경우 매주 3시간이상의 강의와 1시간이상의 실험시간이 필요하다는 것을 알 수 있다. 고등학교의 경우 각 과목도

표4. 고등학교 각 과학과목별 내용

물리	화학	생물	지구과학
<p><물리 I></p> <p>힘과 운동 운동의 법칙 힘과 에너지 전자기 전하와 전류 전류와 자기장 파동과 빛 파동 빛 현대 물리 원자의 탐구 물질과 에너지</p>	<p><화학 I></p> <p>화학-물질의 과학 화학식과 화학식량 물질의 변화와 에너지 화학반응과 반응식 물질세계의 규칙성 주기율 원소의 성질과 규칙성 화학결합과 구조 화학결합 공유결합의 분자 화학반응 화학평형 산과 염기의 반응 산화·환원반응</p>	<p><생물 I></p> <p>생명의 특성 생명의 탐구방법 생명의 특성 생명체의 유기적구성 사람의 영양 소화 순환 배설 생식과 발생 세포분열 생식 발생 유전과 진화 유전 생명의 기원 생물의 진화 생물의 다양성 분류의 개요 분류의 실제 생물과 환경 개체군과 군집 생태계 환경오염</p>	<p><지구과학 I></p> <p>행성으로서의 지구 지구의 구조 지구의 구성물질 지구의 운동 대기와 태양의 변화 태양복사에너지와 열수지 대기의 운동 대기 중의 물 해수와 그 운동 지각의 변화 지표의 평탄화작용 마그마 화성활동 지각의 변동 지구의 역사 지질 시대 과거의 생물 대륙의 변천 우주의 탐구 태양계 태양과 별 우리 은하와 우주</p>
<p><물리 II></p> <p>운동량과 에너지 운동량과 충격량 운동량의 보존 역학적 에너지와 그 보존 천체의 운동 케플러의 법칙 만유인력의 법칙 분자운동과 열 열 현상</p>	<p><화학 II></p> <p>기체, 액체, 고체상태 혼합기체의 압력과 현상 액체상태와 증기압 고체상태와 결정 용액의 성질 묽은 용액 콜로이드용액</p>	<p><지구과학 II></p>	

기체의 분자운동 열 역학의 법칙 에너지의 보존 비가역 현상 전자기유도와 전자기파 전자기 유도 교류 전자기파 원자모형과 스펙트럼 양자가설 수소원자 스펙트럼 원자핵과 기본입자 원자핵의 구성 원자핵의 변환과 방사능 핵에너지	원자구조의 현대적 모형 수소원자 다전자원자 결합과 구조 결합에너지 결합과 분자의 모양 전기음성도와 결합의 극성 탄소화합물과 고분자 화합물 탄소화합물 고분자화합물 열화학 반응열 열화학 반응식 반응속도 농도 온도 및 촉매의 영향 활성화 에너지와 활성화작물 반응 메카니즘 전기화학 화학전 전기분해 전이원소와 착이온 전이원소 착이온과 배위결합	자연보존 <생물 I> 세포 세포의 미세구조 원형질 물질대사 효소와 산화 환원 광합성 질소동화 호흡 에너지전환 조절과 항상성 자극과 감각 신경계 호르몬 생물의 운동 생물의 행동 유전 유전자의 본질 형질발현과 그 조절 집단유전	시각의 변화 지구의 내부구조 움직이는 대륙과 해저 지각물질의 생성과 진화 우리나라의 지질 대기와 해수의 순환 대기의 순환 해수의 순환 기후와 그 변동 별과 우주의 진화 별의 구조와 진화 태양계의 진화 우주의 진화
---	--	--	--

표5. 각 과목 내용의 중요도에 대한응답

(단위 : %)

중 학교	물 리	화 학	생 물	지구과학
(1학년) 대기와 해수의 운동(42.9) 여러가지 운동(38.1)	<물리 I> 단진동(35.3) 파동의 종류와 전파(44.1) 거울과 렌즈(26.5)	<화학 I> 이온(48.4) 생태변화와 에너지(25.0) 전이원소(28.1) 금속결합(40.1)	<생물 I> 생명과학의 성격(30.3) 생물과 무생물(18.2) 조직(27.3) 기관(24.2) 영양소(24.2) 혈류(33.3)	<지구과학 I> 지구의 질량(34.4) 지구의 밀도(21.2) 세차운동(31.3) 해파(25.0) 침식작용(21.9) 퇴적작용(25.0)
(2학년) 지구의 역사(30.0)	<물리 II> 공간에서의 운동(20.6) 케플러의 법칙(31.0)	<화학 II> 기체의 현상(40.1) 고체의 증기압(16.1) 콜로이드용액(28.1) 분자간 인력(48.4) 화학전지(45.2) 전이원소(41.9) 착이온(37.5)	생식의 방법(38.2) 발생의 기구(32.3) 인류의 진화(24.2) 원시생물의 출현(32.4) 생명발생에 관한 논쟁(29.4) 자원의 이용과 보존(44.1)	변성작용(37.5) 시간결정(34.4) 생물의 진화(21.9) 지질시대의 수록 분포(15.6) 지질시대의 지각 변동(37.5)
(3학년) 별과 우주(27.5) 진화(35.1)	열현상(44.1) 비가역현상(23.5) 교류(35.3)		<생물 II> 자극의 수용(26.5) 동·식물의 운동(19.1) 행동(30.9)	외부온하(18.8) 우주의 구조(37.5)
				<지구과학 II> 지구내부에너지 (31.3) 지각물질의 운회 (12.5) 우리나라 지하자원 (28.1) 기후(31.3)

두 2시간 이상의 강의와 1시간 이상의 실험에 의한 수업이 필요하다는 반응을 나타낸다. 문교부의 교육과정에 제시된 시간 및 단원수는 이 점에 관한 한 충분하다고 생각할 수 있으나, 대부분의 실험이 1시간 이상 소요되어야 함을 고려하면 실험을 강조하는 수업이 되기 위해서는 과학과목의 수업시간 수가 늘어야 한다.

표6 과목별 주당 강의 및 실험에 필요한 시간

(단위 : %)

과 목	강의 시간			실험 시간				
	1	2	3	1	2	3		
중	1	9.5	40.5	47.5	51.2	36.6	9.8	
학	2	9.8	46.3	41.5	55.0	37.5	2.5	
교	3	2.5	32.5	65.0	67.0	22.5	10.0	
고	물	리 I	6.5	30.6	9.7	72.4	13.8	10.3
	물	리 II	6.3	65.6	28.1	70.0	26.7	3.3
	화	학 I	18.2	54.5	24.2			
	화	학 II	18.8	50.0	21.9			
	생	물 I	8.8	58.9	23.5	30.0	10.0	0.0
	생	물 II	11.3	44.1	29.4	36.3	3.7	0.0
교	지구과학 I	9.4	5.1	25.0	32.3	13.8	3.4	
	지구과학 II	3.1	62.5	31.3	39.3	7.1	3.6	

표6에서 알 수 있듯이 합계가 100%가 안 되는 것이 있다. 이것은 몇몇의 교사들은 그 이상의 시간이 소요된다고 생각하기 때문이다. 화학 I, II의 실험에 소요되는 시간은 설문지의 착오로 자료를 얻을 수 없었다.

표3의 중학교 과학교과의 학년별 과목 내용을 보면, 학년별 과목을 구분하는 기준을 학문(과학)의 구분에 둔 것을 알 수 있다. 과학교육의 목표를 선정하는 준거가 학습자의 본성임을 비추어 그 구분의 기준을 학습자의 본성, 즉 학습자의 수준은 물론 요구와 필요성에도 두어야 한다.

표3의 중학교 과학교과의 학년별 과목 내용과 표4의 고등학교 과학교과의 과목별 내용을 살펴 보면, 과학이 물리학, 화학, 생물학, 그리고 지구과학의 지식 체계로만 구성된 것처럼 보인다. 즉, 그러한 지식 체계의 형성과정에 관한 내용은 암시하지 않고 있다. 중학교의 과학과목에 일반적이고 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 내용을 포함시키는 의도가 보이거나 단원 혹은 장명이 전통적인 학문체계의 정의적 특성을 나타내는 것들로서 학문 중심의 교육과정 내용임을 쉽게 알 수 있다.

중학교 과학에서 전통적으로 분류되는 자연과학 영역인 물리, 화학, 생물학, 그리고 지구과학의 내용을 골고루 포함시킨 것은 통합과학(integrated science)의 구성을 위한 것으로 생각될 수 있으나, 장과 단원의 의미에서 비추어 볼 때 현행 교과서는 단지 합본된(combined) 것으로 볼 수 있다. 게다가 중등학교 과학교육 목적으로 중요시되고 있는 과학-과학기술-사회의 관계, 과학에 대한 태도 및 과학적 태도 함양을 위한 내용이 포함될 수 없도록 되어 있다. 이 점에 비추어 보더라도 중학교 과학교육과정은 학문 중심의 교육과정 틀을 벗어나지 못하고 있음을 알 수 있다.

현재의 과학교육 철학사상인 "인간 중심의 과학교육"이 중등학교 과학교육과정에 반영되어 있다고 보기 어렵다. 이 사상이 반영된 교육과정이라면 교육과정 내용을 이루는 과학 지식체계는 현대의 인간생활 상황에서 구성되어 있어야 한다. 과학-과학기술-사회의 관계는 물론 과학과 관련된 현재의 사회적인 문제, 그리고 과학/과학기술에 바탕을 둔 사회에 대한 인지적, 정의적 속성이 그 내용의 특징을 이루어야 한다(Hurd, 1982).

중학교의 과목 내용에 관한 위와 같은 논의는 고등학교의 각 과목에도 거의 동일하게 적용될 수 있다. 여덟 과목 중에서 단지 생물 I만이 과정으로서의 과학, 즉 「생명의 탐구방법」을 내용에 포함시키고 있다. 고등학교의 각 과목 내용은 중학교의 내용을 학문적 범위와 깊이에 따라 세분화된 것에 불과하다. 더우기 각 과목의 I과 II의 내용을 구분한 기준이 무엇인지 찾아 볼 수가 없다. 고등학생들의 과학에 대한 요구는 진로 방향에 따라 다를 수 밖에 없다. 따라서 각 과목의 I과 II를 구분하는 기준을 학문에는 물론 학생들의 요구와 필요성에도 두어야 한다.

현대와 같이 과학과 과학기술에 관한 정보화시대에는 과학지식의 단순한 축적보다는 그것의 이용이 훨씬 중요하다. 이러한 맥락에서 과학교육과정은 인간과 사회문제 중심으로 해석된 사실과 개념을 포함해야 한다. 또한 과학과 과학기술이 연구와 개발면에서 하나의 통합된 체계가 되어 과학기술의 구분이 불가능하고 전통적인 과학에 대한 기풍과 영상이 변했다. 그래서 오늘의 과학교육과정 내용은 새로운 의미를 갖는 과학, 소위 "응용과학"에 그 출처를 두어야 한다(Hurd, 1986). 바꾸어 말해서, 중등학교 과학

교육과정은 학문 중심의 내용을 벗어나 학생들이 현대 과학의 본질과 문화를 이해할 수 있는 내용으로 구성되어야 한다.

과학교육과정의 내용이 과학과 과학기술을 사회와 인간문제와 관련 맺는 것이 되어야 한다면 그것은 학문간, 복합적 학문의 특징을 가져야 한다. 바꾸어 말하면, 과학교육과정의 내용은 전통적으로 나누는 학문에 관련된 문제 중심의 내용이 되어야 한다. 그 문제는 현대의 실생활과 인류의 복지향상에 당면한 과학 관련 사회문제이어야 한다.

Ⅳ. 중등학교 과학교육과정 내실화 방안

중등학교 과학교육의 내실화를 위한 방안은 종합적이고 체계적인 연구가 필요하다. 또한 내실화 방안을 수립하기까지는 여러가지의 접근법이 있을 수 있다. 여기서는 중등학교의 과학교육과정에 관한 이론적 기초와 실태조사 결과의 분석을 바탕으로 한 중등학교 과학교육과정의 내실화 혹은 개선방안을 제시한다.

1. 과학교육 목적과 목표

중등학교 과학교육과정의 가장 중요한 구성요소의 하나인 과학교육 목적은 그 바탕이 학생, 국가 및 사회의 요구이며, 전 교과교육을 통해서 달성해야 할 교육이념의 구성요소가 된다는 점에 비추어 볼 때, 교육이념과 과학교육 목적간에는 논리적인 관계가 있어야 한다. 그러나 우리나라의 중등학교 과학교육 목적은 법규상으로 명시되어 있지 않다. 2000년대의 과학기술 수준 세계의 제10위권 진입을 위한 방편으로 과학기술교육의 진흥방안 등이 정책상 혹은 행정상으로는 주장이 되고 있으나, 법규상으로 명시되어 있지 않았기 때문에 국가가 지향하고자 하는 구심점이 명확하지 않고 정책 혹은 연구 보고서마다 그 차이가 나타난다. 따라서 교육이념과 연역적 관계를 갖는 중등학교 과학교육 목적을 법적으로 규정함으로써, 그 목적이 우리나라의 과학교육이 지향하는 구심점이 되며, 모든 과학 및 과학교육을 위한 정책의 지표가 되도록 해야 한다. 또한 과학교육 목적은 전 교육과정(過程)과 과학의 전 과목에 대한 것이어야 한다. 따라서, 중학교와 고등학교의 과학교육 목적은 동일해야 한다.

우리나라 중학교 과학교육 목적 및 목표는 현대의 과학에 관한 견해를 명시하고 있다. 과학과 과학기술 간의 관계, 이들과 사회와의 관계, 과학적 및 과학에 대한 태도, 과학과 관련된 직업에 관한 정보제공, 미래의 과학 및 과학기술 사회를 대비한 인간 육성, 정보사회를 대비한 인간 육성 등이 결여 되어 있다. 따라서, 우리나라 중등학교 과학교육 목적 및 목표에는 위와 같은 과학의 본질에 관한 현대적인 의미를 가미하여 새로운 과학교육 목적을 설정해야 한다.

과학교육의 목적은 과학의 본질, 학습자의 본성과 아울러 학교급별, 과목별 목표를 과학으로부터 선정하는 준거가 된다. 따라서 과학교육 목표는 과학교육 목적과 체계적인 관계, 즉 과학교육 목적의 구성요소가 되는 한편, 학교급별, 과학 과목에 독특한 목표가 되어야 한다. 문교부의 과학교육 목표는 과학교육 목적의 “과학” 용어 대신 물리학, 화학, 생물학 그리고 지구과학 및 그와 관련된 용어로 대체하여 과학교육 목표로 제시하고 있으나, 학습자의 학교급별, 즉 학년이 과학교육 목표를 선정하는데 적용된 준거라고 볼 때, 학년별 과학교육 목표는 달라야 한다.

2. 과학교육과정 내용

현재 우리나라의 과학교육 내용은 학문 중심의 교육사상에 바탕을 두고 있다. 현재의 과학교육 이론은 인간 중심 교육사상에 바탕을 두고 있다는 점에 비추어, 보다 인간 중심으로 과학교육과정 내용이 선정 및 조직되어야 한다. 이러한 교육과정 내용은 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 과학과 관련된 사회적인 문제, 과학-과학기술-사회의 관계를 주제로 구성하며, 이러한 주제는 인간과 관련된 상황(context)에서 선정, 조직되어야 한다.

중등학교 과학교육 목적에는 과정으로서의 과학에 관한 인식을 포함하고 있으나, 그것이 교육과정 내용에는 포함되어 있지 않다. 과학은 개념적 구조와 방법론적 구조로 구성되어 있기 때문에 개념적 구조에 의해서 특징 지워지는 과목 혹은 과목내의 영역에 독특한 과학과정이 내용에 포함되어야 한다.

3. 과학과목 편성

중학교 과학교육 내용은 고등학교의 교과인 물리, 화학, 생물 그리고 지구과학의 내용이 고루 배분된 합본과학의 성격을 띠고 있다. 문교부의 교육과정 개

편의 취지가 통합과학에 있다면, 이러한 합본 과학을 지양하여 통합과학을 과학교육과정 내용으로 선정, 조직하여야 한다. 통합과학의 교육과정 내용은 전통적인 물리, 화학, 생물, 지구과학의 용어로 기술하기 어려우며, 두 영역 이상이 함축된 것이다. 따라서 자연을 새로운 관점, 즉 통합적으로 이해할 수 있는 것들이 통합과학 교육과정의 내용으로 되어야 한다.

고등학교의 각 과목에도 비슷한 논리가 적용된다. 과목내의 소영역간의 관계가 조화를 이루는 주제가 내용이 되어야 하나, 현재의 교육과정 내용을 보면 각 영역을 너무 뚜렷이 나타내는 것들로 구성되어 있기 때문에 학문중심의 교육과정 내용을 벗어나지 못하고 있다.

문교부 교육과정은 교육목표, 과학교과 목표, 학년 목표 및 내용 그리고 지도 및 평가상의 유의점을 제시한다. 중등학교 과학과목은 위와 같은 기준에 따라 쓰여지고 중등학교 과학 교사들은 교수/지도내용을 그 교과서에 전적으로 의존한다. 위와 같은 확실적인 교육과정은 교사들의 실제 교수/지도의 경직성을 수반한다. 계절적인 문제, 지역의 특수성에 관한 문제, 그 학교가 속한 사회의 상황, 그리고 학교자체의 상황등에 적절히 맞출 수 있는 융통성 있는 교육과정이 보다 더 바람직하다. 따라서 국가 수준에서는 과학교육 목적과 과학교육 목표만을 제시하고 교과서 및 교육과정 내용을 교사들의 자율적 운영에 맡겨야 한다.

4. 교육과정 내실화 방안의 요약

지금까지 논의한 중등학교 과학교육과정의 내실화 혹은 개선을 위한 방안을 요약하면 다음과 같다.

○ 중등학교 과학교육의 목적 및 목표를 법규상에 명시해야 한다.

○ 중등학교 과학교육의 목적은 중학교와 고등학교에 동일한 것이어야 한다.

○ 중등학교 과학교육의 목적에 과학-과학기술-사회의 관계, 과학적 및 과학에 대한 태도, 과학과 관련된 직업에 관한 정보와 기능, 미래의 과학과 과학기술 사회를 위한 인간육성, 그리고 정보사회를 대비한 인간육성 등이 포함되어야 한다.

○ 학년별, 과목별 과학교육 목표는 그 학년과 과목에 독특하며 과학교육과정 내용의 선정 기준이 될 수 있도록 구체적으로 진술되어야 한다.

○ 중등학교 과학교육과정 내용은 과학과 관련된 사회적인 문제, 과학-기술-사회의 관계가 주제가 되며, 인간과 관련된 상황에서 선정, 조직됨으로써 인간 중심의 과학 교육과정이 되도록 해야 한다.

○ 지식과 아울러 그 지식이 형성되는 과정, 즉 과목 혹은 과목내의 영역에 독특한 과학의 방법이 내용에 포함되어야 한다.

○ 중학교의 과학은 물론 고등학교의 각 과목은 학문 중심적인 내용을 지양하여 통합 과학이 내용으로 구성되어야 한다.

○ 중학교 과학의 학년별 과목과 고등학교 각 과목의 I과 II를 구분하는 기준을 학문에는 물론 학습자의 요구 및 필요성에 두어야 한다.

○ 중등학교 과학교육 목적, 목표 그리고 과학 교육과정 내용간에 유기적인 관계가 있어야 한다.

○ 중등학교 과학교육 과정에 관하여 국가 수준에서는 과학교육의 목적과 목표만을 제시하고 전 교육과정의 운영을 과학교사의 자율에 맡겨야 한다.

(참고 문헌)

- 교육개혁 심의회, 과학기술교육의 현안문제. 1986.
 문교법전 편찬회. 문교법전(교육법, 법률 제3739호). 1984
 문교부. 고등학교 교육과정. 1981.
 문교부. 중학교 교육과정. 1981.
 제6차 IBRD 과학기술교육 차관기획자문단. 제6차 IBRD 과학기술 교육 기획 자문단 최종보고서 : 제2부 중등 및 사범대학 과학 교육 부분. 1984.
 ASE. Alternatives for science education : A consultative document The Garden City press Limited. 1979.
 Collette, A.T. and Chiappetta, E.L. *Science instruction in the middle and secondary schools*, Times Mirror / Mosby College Publishing, 1984.
 SSCR. Better science : Choosing content. Heinemann Educational Books. 1987.
 Harms, N.C. and Yager, R.E. *What research says to the science teacher*. NSTA. 1981.
 Hurd, De H.P. Transformation of Science education : Challenges and criteria *Science Education*, Vol. 66(2), 281-285, 1982.
 Hurd, De H.P. Perspectives for the reform of science education. *Phi Delta Kappan*. January, pp.353-358, 1986.
 Johnson, Jr., M. Definitions and models in curriculum theory. *Educational Theory*, pp.127-140, 1967.
 Novak, J.D. *A theory of education*. Cornell University Press. 1977.

NSTA. NSTA position statement on Science-Technology-Society: Science Education for the 1980 s. NSTA, 1742 Connecticut Av. Washington, D.C. 1982.

Trowbridge, L.W., Bybee, R.W., and Sund, R.B. *Becoming a secondary school science teacher*. Charles E. Merrill Publishing Company, 1981.

Tyler, R.W. *Basic principles of curriculum and instruction*. The University of Chicago Press, 1949.

Yore, L.D. The Formation of specific objectives and learning activities, in Ochs, V.D.(ed.) *Improving practices in middle school Science*, ERIC, 1981.

Abstract

A study on the Program for Substantial Science Education in Secondary schools : Science Curriculum

Hee-Hyung Cho, Moon-Won Lee, Young-Sin Cho, In-Sook Han

(Kangwon National University)

Secondary schools in Korea have been faced with several critical problems in their science education. Among them the most fundamental are the problems which involve the development and operation of science curricula.

This study had, therefore, its objective to develop the suggestions for substantial science curricula of secondary schools. Actually the objectives are trifold as following specific description.

- Analysis of the rationale and theory of science curricula.
- Status survey of secondary science curricula and identification of the problems in development and operation of the curriculum in foreign and Korean secondary schools.
- Development of suggestions for substantial science curricula of secondary school.

In order to attain these objectives the methods of literature survey, questionnaire and interview were used. Through these methods several problems are found and identified. The major findings and problems identified in this study are :

- aims, goals, and objectives of science education are not differentiated.
- the curricula show discipline-centered selection and organization of the content : neglect the relationship of science-technology-society and life-world context.
- shortage of weekly instructional hours for science subjects.

Other findings and problems are described and the descriptions of the suggestions for substantial curricula are followed at the end of this paper.